

# Kvartsdamm på byggnadsarbetsplatser

Utredning om krav, mätning och utrustning

Emil Westerback

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för byggnads- och samhällsteknik

Vasa 2020



# EXAMENSARBETE

Författare: Emil Westerback

Utbildning och ort: Byggnads- och samhällsteknik, Vasa

Inriktningsalternativ: Byggnadsproduktion

Handledare: Leif Östman

Titel: Kvartsdamm på byggnadsarbetsplatser. Utredning om krav, mätning och utrustning

---

Datum 11.05.2020

Sidantal 41

Bilagor 9

---

## Abstrakt

Detta examensarbete är baserat huvudsakligen på litteraturstudier och behandlar kvartsdamm på byggnadsarbetsplatser.

Syftet med detta arbete var att definiera de nuvarande bestämmelser och krav som finns för hantering av kvartsdamm på byggnadsarbetsplatser i Finland i samband med att ändrad lagstiftning om cancerframkallande ämnen trädde i kraft vid årsskiftet, som följd av förnyade direktiv från EU.

Rubriker som behandlas är bland annat hur och med vilka medel man mäter halter kvarts i damm, hur man analyserar prover och vilka som är de vanligaste analysmetoderna. Utredning kring användning av olik typ av portabel analysutrustning som kunde användas på byggnadsarbetsplatser utförs.

Metoder för att förebygga eller minska bildning och spridning av kvartsdamm samt renhållningsutrustning och metoder som kan användas för att bidra till dammfriare arbetsomgivning utreds. Krav som ställs på arbetsgivare gällande kvartsdamm tas i viss mån upp.

Som källor används utöver forskningsbaserade källor, lagar och standarder också bland annat artiklar sammanställda av sakkunniga inom området samt en del information utgiven av tillverkare av byggnadsutrustning.

---

Språk: svenska

Nyckelord: kvarts, kvartsdamm, kristallin kiseldioxid, analysmetod, dammhantering

---

# OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Emil Westerback

Koulutus ja paikkakunta: Rakennus- ja yhteiskuntatekniikka, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto: Rakennustuotanto

Ohjaaja: Leif Östman

Nimike: Kvartsipöly rakennustyömailla. Selvitys vaatimuksista, mittauksesta ja varustuksesta

---

Päivämäärä 11.5.2020

Sivumäärä 41

Liitteet 9

---

## Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö perustuu pääosin kirjallistutkimukseen ja koskee kvartsipölyä rakennustyömailla.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli määrittää nykyiset säädökset ja vaatimukset, jotka koskevat kvartsipölyä Suomen rakennustyömailla. Syöpävaarallisia tekijöitä koskeva lainsäädäntö muuttui Suomessa vuoden 2020 alussa EU:n uusien ohjeiden seurauksena.

Opinnäytetyössä käsiteltyjä aiheita ovat muun muassa miten ja millä menetelmin voidaan mitata pölyn kvartsipitoisuutta, miten analysoidaan näytteitä ja mitkä analysointimenetelmät ovat yleisimpiä. Tekstissä selvitetään erilaisten analysointilaitteiden käyttömahdollisuuksia rakennustyömailla, sekä eri menetelmiä, joilla pystytään estämään tai ehkäisemään pölyn kehittymistä ja levittymistä kohteissa. Opinnäytetyössä selvitetään myös eri laitteiston käyttömahdollisuuksia ja miten niiden avulla pystytään ylläpitämään rakennustyömaan puhtautta ja pölyttömämpää työympäristöä, sekä käsitellään työnantajan vastuuta koskien kvartsipölyä.

Työssä on käytetty enimmäkseen sellaisia lähteitä, jotka perustuvat tutkimuksiin, lakeihin ja standardeihin, mutta myös muun muassa alan asiantuntijoiden ja rakennustarvikkeiden valmistajien raportteja ja tekstejä.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: kvartsi, kvartsipöly, kiteinen piidioksidi, analyysimenetelmä, pölynhallinta

---

# BACHELOR'S THESIS

Author: Emil Westerback

Degree Programme: Construction and Civil Engineering, Vaasa

Specialization: Building production

Supervisor(s): Leif Östman

Title: Silica Dust on Construction Sites. Inquiry Into Requirements, Measuring and Equipment

---

Date May 11, 2020

Number of pages 41

Appendices 9

---

## Abstract

This bachelor's thesis is based mainly on literary studies. The thesis is about silica dust on construction sites.

The objective of this thesis was to define the current regulations and requirements that are in place for dealing with silica dust on construction sites. Changes to the legislation about carcinogenic substances were made in Finland due to new directives from the EU. The changes came into force at the start of the year and prompted the inquiry into the matter and thus this thesis.

The main topics of this thesis include: How and by what means the levels of silica dust can be measured in dust samples and how to analyze test samples. The most used or common methods used to analyze samples for silica particles and an inquiry into the possibility to use portable equipment to analyze samples on-site. Methods used to prevent and reduce the prevalence and spread of silica dust and an inquiry into the equipment and methods that can be used in order to achieve a better work environment with less dust. The employer's responsibilities in regard to silica dust are also discussed to some extent.

The sources that have been used for this thesis are mainly sources that are based on research, laws and standards. Other sources include articles and reports made by specialists in the field and some information published by manufacturers of construction equipment.

---

Language: Swedish

Key words: quartz, silica dust, crystalline silica,  
analysis method, dust management

---

# Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Syfte och mål .....	1
1.2	Tillvägagångssätt.....	1
1.3	Avgränsning.....	1
2	Bakgrund.....	2
3	Provtagning och analys .....	4
3.1	Analysmetoder.....	5
3.1.1	FTIR.....	5
3.1.2	Röntgendiffraktion.....	6
3.2	Analys av prov i Finland enligt TTL:s rekommendationer .....	7
3.3	Möjligheter för portabel mätning och analys i fält .....	9
3.3.1	FTIR.....	10
3.3.2	Röntgendiffraktion, XRD .....	11
3.3.3	Diffusionsprovtagare .....	11
3.3.4	Röntgenfluorescens, XRF .....	11
3.3.5	Direktvisande partikelinstrument.....	12
3.4	Krav .....	14
4	Metoder för att minska bildning och spridning av damm .....	16
4.1	Planering.....	16
4.2	Sektionering.....	17
4.3	Under- och övertryck.....	18
4.4	Luftfiltrering/luftrening .....	19
4.5	Städning .....	20
4.6	Renhållningsutrustning och metoder .....	20
4.6.1	Dammavskiljare och industridammsugare.....	20
4.6.2	Centralsugarsystem .....	22
4.6.3	Föravskiljare.....	24
4.6.4	Punktutsug.....	26
4.6.5	Personlig skyddsutrustning .....	26
4.6.6	Övriga metoder .....	27
5	Diskussion .....	27
6	Referenser.....	29

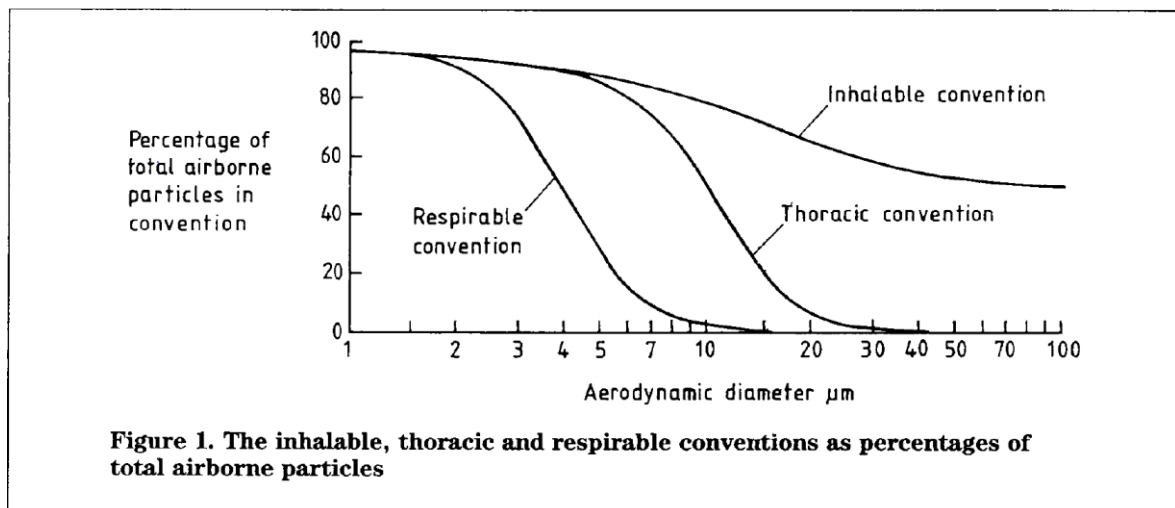
## Definitioner och förkortningar:

*I denna text används en del termer och förkortningar som här definieras enligt följande:*

**Kiseldioxid (SiO<sub>2</sub>)** (eng: silicon dioxide, "silica") är förening av kisel och syre. (PubChem, u.å.)

**Kristallin kiseldioxid** är en grundkomponent i olika mineraler såsom till exempel jord och sand. Kvarts är den vanligaste formen av kristallin kiseldioxid som påträffas i naturen, och det uppskattas att 12% av jordskorpan består av kvarts. (Työterveyslaitos, u.å.) Kvarts är vanligast av den anledningen att det krävs högt tryck och hög temperatur för att kristallin kvarts skall övergå till en av de andra formerna; kristobalit eller tridymit. (Arbetsmiljöverket, 2011) Exponering för kristobalit och tridymit händer ofta i samband med sådana teknologiska bearbetningsprocesser där temperaturer över 1000 °C nås, eller i samband med bränning av material som innehåller kvarts. (Maciejewska, 2008)

**Alveolär (eller respirabel) kristallin kiseldioxid** är mindre partiklar som bildas av kiseldioxidkristallerna när materialet bearbetas genom till exempel borrar, pikning eller sågning. (OSHA, 2017) "Partiklar delas in i tre fraktioner: inhalerbara, torakala och respirabla beroende på hur långt ner i luftvägarna och lungorna de når vid inandning. Den inhalerbara fraktionen är de luftburna partiklar som man kan andas in via näsa och mun. Den torakala fraktionen är de inhalerbara partiklar som passerar luftstrupen. Den respirabla fraktionen är den del av de inhalerbara partiklarna som når längst ner i luftvägarna, ända ner till alveolerna, dvs. lungornas finaste förgreningar" (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019) (Se figur 1)



Figur 1: X-axeln anger partiklarnas diameter i  $\mu\text{m}$ . Y-axeln anger andelen partiklar som kan andas in, uppdelat i de olika fraktionerna. (SFS-EN 481, 1994)

**Amorf kvarts**, även känt som icke-kristallin kiseldioxid, formlös kvarts eller kvartsglas (Seefeldt, 2019), är kiseldioxid som förekommer i amorfa mineraler som innehåller kvarts, till exempel kaolin. (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019)

Eftersom **kvarts** är den vanligaste typen av kristallin kiseldioxid som påträffas används termen kvarts i den här texten som synonym till kristallin kiseldioxid och därmed används kvartsdamm som synonym för det damm som innehåller halter av kristallin kiseldioxid, oberoende om det är fråga om kvarts, kristobalit eller tridymit.

**HTP** är en förkortning för de koncentrationer som befunnits skadliga, och kommer från finska "haitalliseksi tunnettu pitoisuus". (538/2018, 2018)

**ASA-registret** är ett register över personer som i sitt yrke exponeras för ämnen och/eller processer som orsakar cancer. (Työterveyslaitos, u.å.)

**MPPS** är en förkortad term som används när man syftar på partiklar som är svårast för filter att snappa upp, och kommer från engelskans "most penetrating particle size". Partikelstorleken för dessa ligger mellan 0,12 - 0,25  $\mu\text{m}$ . (SFS-EN ISO 29463-3:2018:en, 2018)

**HEPA** = High efficiency particulate air filter (SFS-EN 1822-1:2019:en, 2019)

**FTIR**, Fourier transform infraröd spektroskopi, är en analysmetod. (eng: "Fourier Transform Infrared Spectrometry") (Maciejewska, 2008) "Vid FTIR-spektroskopi bestrålas ett prov (fast, flytande eller gas) med en infraröd ljusstråle av flera frekvenser och mängden absorberat ljus mäts". (CSI Nordic AB, u.å.)

**XDR**, röntgendiffraktion, (eng: "x-ray diffraction") är en metod som används för att undersöka ett materials kristallstruktur. (MATERIA , u.å.)

**IVL Svenska Miljöinstitutet** är ett svenskt oberoende forskningsinstitut. (IVL Svenska Miljöinstitutet)

**TTL** (fin: "työterveyslaitos") "Arbetshälsoinstitutet är en forsknings-, utvecklings- och expertinstans inom området för arbetsvälbefinnande och ett självständigt offentligrättsligt samfund verksamt inom social- och hälsovårdsministeriets förvaltningsområde." (Työterveyslaitos)



# **1 Inledning**

Detta är ett examensarbete på 15 studiepoäng som gjorts för ingenjörsutbildningen i byggnads- och samhällsteknik vid Yrkeshögskolan Novia i Vasa om kvartsdamm på byggnadsarbetsplats.

## **1.1 Syfte och mål**

Syftet med detta examensarbete var att bland annat definiera de nuvarande bestämmelser och krav som finns kring kvartsdamm på byggnadsarbetsplatser. Krav, mätningar och renhållningsutrustning utreds. Det handlar om metoder och åtgärder man kan vidta för att minska exponeringen för kvartsdamm på en byggarbetsplats utreds.

Beställare för examensarbetet är Yrkeshögskolan Novia – Novia UAS. Examensarbetet är till viss del ett samarbetsprojekt med BestLab Oy, som är ett laboratorium specialiserat på byggnadsbranschen och som har laboratorium i Vasa, Helsingfors, Lahti och Seinäjoki.

## **1.2 Tillvägagångssätt**

Examensarbetet är en litteraturstudie i form av ren internetsökning kompletterad med diskussioner och korrespondens via e-mail.

Arbetet är i huvudsak baserat på officiella forskningsbaserade källor, lagar och bestämmelser. Omfattande referenser hittas i slutet av dokumentet.

## **1.3 Avgränsning**

Andra hälsofarliga ämnen eller andra former av damm eller dylikt tas inte upp i denna text i större omfattning än att enstaka paralleller dras eller att jämförelser görs med anledning att ge bättre helhetsbild. Textens fokus ligger kring kvartsdamm. Delen om analysmetoder är avgränsad på så vis att fokus i huvudsak är på de vanligaste analysmetoderna, FTIR och XRD och behandlar portabla instrument.

## 2 Bakgrund

I samband med att EU förnyat direktiven för cancerframkallande ämnen har man i Finland också lagt nya bindande gränsvärden för kvarts.

Den nya förordningen, statsrådets förordning om avvärjande av cancerrisk i anslutning till arbete (1267/2019, 2019), trädde i kraft vid årets början, den 1.1.2020, och fastställer nya bindande gränsvärden för 25 cancerframkallande ämnen. Värden får inte överskridas. Gränsvärdet för kvarts trädde i kraft den 1.1.2020 medan gränsvärden för en del övriga ämnen träder i kraft stegvis eller genom övergångsperiod. Kvarts är av dessa nyligen klassificerade ämnen den största hälsofaran inom byggindustrin. (Rakennusliitto, 2020) Andra ämnen är dieselavgaser, damm av hårt träspån (lövträd) dit träbaserade material såsom MDF-skivor och laminat också räknas. Svetsrök som bildas i samband med svetsning i bland annat rostfritt material är också ett sådant ämne. (Työsuojelu, 2020)

Fastän de bindande gränsvärden inte överskrids bör arbetsgivaren konstant arbeta för att utveckla metoder för att minska eller förhindra exponeringsrisken. Utöver gränsvärden bör arbetsgivaren i Finland också ta de nationella HTP-värden som bestämts i beaktande. (Työsuojelu, 2020)

Kvarts är en mineral som förekommer bland annat i diverse material och naturligt i berggrunden. I Finland hittas det som vanligast i form av kvarts, men den kan beroende på dess kristallstruktur, också förekomma i form av kristobalit eller tridymit vid högt tryck och hög temperatur. (Arbetsmiljöverket, 2011) I byggnadsdamm finns generellt endast kvarts men sammansättningen av kvartsdammet kan vara väldigt växlande beroende på vilka material man bearbetar. (Strong-Finland oy, 2020)

Kvarts är en typ av väldigt små partiklar som är en hundradel mindre än vanliga sandkorn som hittas på en strand eller en sanddyn. Inom byggindustrin kan höga halter kvartsdamm förekomma och leda till att arbetare exponeras för detta i samband med att det uppkommer när man bearbetar och/eller tillverkar material såsom bland annat glas, sten, betong, tegel och murbruk genom till exempel sågning, slipning, borrar, krossning, annan bearbetning och så vidare. Arbeten där arbetare exponeras för kiseldamm kan alltså vara allt från diverse markarbeten, sandblåstring, rappning, grundarbeten och fracking,

murning, sopning och städning till alla möjliga typer av byggarbete. Kvarts förekommer ofta i betongdamm och i byggdamm överlag. (Antonsson & Sahlberg, 2019)

Till hälsorisker som orsakas av kvartsdamm hör bland annat:

- Silikos (Stendamslunga): En obotlig lungsjukdom som kan leda till invalidisering eller död.
- KOL (Kroniskt obstruktiv lungsjukdom): En lungsjukdom som orsakar att luftrören till lungorna blir permanent trånga och/eller permanent försämrade.
- Lungcancer
- Njursjukdom (Työterveyslaitos, 2020.)
- Tuberkulos. Tuberkulos är mycket vanligare i medel- och låginkomstländer. Därför löper arbetare i sådana länder av mycket högre risk att insjukna med tuberkulos som följd av att exponering för kvartsdamm inte adresseras. (Gottesfeld, 2018)

### 3 Provtagning och analys

Om man som stöd av en omfattande plan över dammhantering och med övervakning av utförandet av denna plan kan påvisa att det inte förekommer sådana mängder damm som är farliga för hälsan på byggnadsarbetsplatsen behöver mätningar inte utföras. (Wartiovaara, 2020)

År 2008 utförde Aleksandra Maciejewska en kartläggning över vilka metoder som internationellt användes för att mäta halten kvartsdamm i arbetsmiljöer. Baserat på den publicerade rapporten om utredningen kan man konstatera att infraröd spektroskopi (FTIR) och röntgendiffraktion (XRD) i olika former var de två vanligaste metoderna som användes internationellt. (Maciejewska, 2008)

XRD anges som den analysmetod som skall användas i Sverige enligt svenska arbetsmiljöinstitutets råd. (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019) I Finland finns TTL:s anvisningar för mätning av kvartsdamm och där framställs att analys med FTIR eller XRD skall användas. (Työterveyslaitos, 2020) (Se punkt 3.2)

Filterprovtagning av kvarts utförs generellt som så kallad konventionell pumpad provtagning, där en bärbar pump, utrustad med cyklon, drar en känd luftmängd genom ett filter. Genom att ta proven genom en cyklon säkerställer man att endast den alveolära fraktionen damm samlas i provtagarens filter. Utöver detta gäller följande: "För att den avskilda partikeldiffractionen ska bli korrekt, krävs det att luftflödet ligger på rätt nivå". (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019) Provtagarenheten skall kalibreras på så vis så att luftströmmen är 2,75 l/min för GS-3 cyklon. Ifall att man använder aluminiumcyklon skall luftflödet ställas till 2,5 l/min. Så kallad IOM-skumsamlare kan också användas som uppsamlare. I sådant fall skall luftflödes ställas till 2 l/min. Filtret skickas till laboratorium för analys där man väger samt analyserar filtret med röntgendiffraktion. (Työterveyslaitos, 2017)

Man kan utföra en serie referensmätningar och använda sådana vid planering som stöd för att bedöma exponering, samt för att bedöma de åtgärder man bör ta för att förebygga arbetarnas exponering på byggnadsarbetsplatsen. Det finns förutsättningar som påverkar om man kan använda referensmätningar vid bedömning, såsom att man bör sträva till att förhållandena på arbetsplatsen är motsvarande till de förhållandena där man utför

referensmätning för att få en giltig uppfattning av risker och åtgärdsbehov. För att förhållandena skall kunna anses motsvarande bör det i de lokaler som jämförs via referensmätning utföras likadana arbetsuppgifter och åtgärder i lika stor sträckning och lika länge, samt bör det råda likvärdiga förhållanden och finnas överensstämmande ventilation samt likvärdig halt kvarts i dammet. Hela processen bör dokumenteras väl. (Antonsson & Sahlberg, 2019)

### **3.1 Analyismetoder**

Korrekt kalibrering av utrustning och kvalitetsrutiner är viktig för att man skall få korrekt resultat, oberoende vilken metod man använder. Kalibrering kan också göras för olika material och därmed möjliggöra analys med metoder som annars inte kunde användas för att till exempel bestämma mängder.

Mätosäkerheten och variation av resultat är också viktigt och bör tas i beaktande vid användning av diverse metoder och instrument under hela analysprocessen (inklusive provtagning). Detta betyder också att olika instrument eller kombinationer av instrument som klassas under en analysmetod eventuellt har för stor mätosäkerhet eller av annan orsak inte lämpas för att analysera kristallin kvarts.

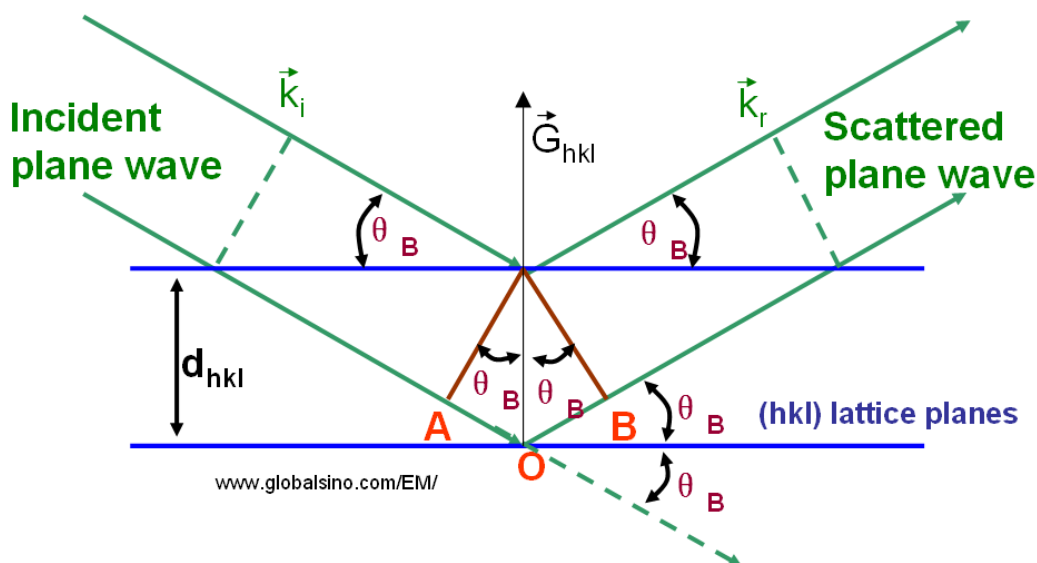
#### **3.1.1 FTIR**

Denna analysmetod bygger på mätning av absorption i IR-spektra, som sedan jämförs med absorptionsspektra för olika ämnen. Det finns två metoder för att utföra analys med FTIR. Ena metoden är direkt analys av filter. (DOF, Direct On Filter). Denna metod kan också utföras på fält eftersom det nuförtiden finns portabla FTIR-instrument tillgängliga, vars vikt och storlek ger möjlighet att använda dem ute på byggplatser. Den andra metoden är upplösning av provet i syra eller alternativt bortbränning av oorganiska ämnen från provet före analys. (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019)

### 3.1.2 Röntgendiffraktion

Röntgendiffraktion, eller XRD, är en metod som används för att studera ett materials kristallstruktur. Det fungerar som ett redskap för att karakterisera och identifiera material, samt för att undersöka uppbyggnad av nya material. XRPD, eller pulverröntgendiffraktion, fungerar på samma vis, men denna benämning används vid diffraktion i material såsom pulver eller metaller. (MATERIA )

Röntgendiffraktion baserar sig på Bragg's Lag (se figur 2) och kan användas för olika ändamål. Det går ut på att man sänder en röntgenstråle genom ett materialprov. Våglängden för en röntgenstråle är liknande till våglängden för atomer i en kristall, vilket ger det resultatet att signalen amplifieras och det på andra sidan reflekteras ut något som i detta fall kallas för diffraktion - som kan användas för att analysera materialet och mäta avståndet mellan atomerna. (Bruker Corporation, 2019) Man får ett diffraktionsmönster vars karakteristiska egenskaper är olika för de individuella kristallstrukturerna. (MATERIA )



Figur 2: Simulation av Bragg's Lag. (Globalsino)

### 3.2 Analys av prov i Finland enligt TTL:s rekommendationer

Mängden kvarts i damm varierar och kan inte uppskattas okulärt. Man kan mäta halten kristallin kvarts i alveolärt damm genom kvantitativ mätning med antingen infraröd spektroskopi (FTIR) enligt anvisningar från ISO 19087:2018 eller med röntgendiffraktion (XRD) enl. anvisningar från ISO 16258-2:2015. (Työterveyslaitos, u.å.) Enligt de anvisningar TTL gett för mätning av kvartsdamm med cyklon påpekas också att man bör fästa provsamlare till arbetstagarens andningszon. (Työterveyslaitos, 2017)

Resultaten från mätningarna ges i milligram per kubikmeter (mg/m<sup>3</sup>).

Respektive mätmetodernas kvantifieringsgränser är 2 µg/prov för FTIR och 5 µg/prov för XRD, mätt som SiO<sub>2</sub>. För infraröd spektroskopi kan man analysera provtagningen genom att antingen:

1. Analysera direkt på filtret som använts för provtagningen,
2. Behandla och överföra provtagningen till ett annat filter för analys,
3. Behandla, överföra och pressa in i en pellet av kaliumbromid för analys. (Työterveyslaitos, 2020.)

Uppsamlingen av alveolärt damm med cyklon bör utföras enligt de anvisningar som ges i SFS-EN 481 och därmed bör uppsamlingsmetoden också följa konventionskurvan för alveolärt damm där partiklar med aerodynamisk diameter på 4 µm har uppsamlingseffektiviteten 50%.

TTL rekommenderar att man samlar upp kvartsprovtagningar med en provtagningspump med konstant flöde enligt:

- Provtagning av kristallin kiseldioxid med en Millipore-provtagare med diameter på 25mm, utrustad med en GS-3 cyklon (se figur 3) som separerar alveolära partiklarna. Provuppsamling med cyklon bör utföras i 2,5 h för analys med FTIR och 6h för analys med XRD.
- Provtagning av alveolärt damm med en IOM-skumsamlare (se figur 4). Denna metod kan dock inte användas om man till exempel vill utföra mikroskopisk granskning av dammets konsistens. Provuppsamlingen bör utföras i 3,5 h för

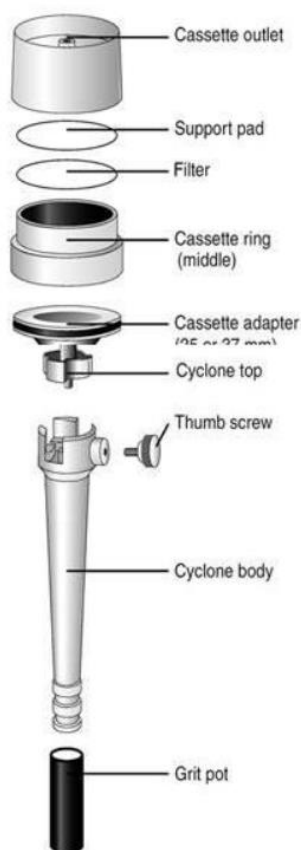
analys med FTIR och 8h med analys med XRD. (Työterveyslaitos, 2017.) (Se figur 3 – 5 för samtliga provuppsamlare)

I Sverige gäller i stort sett liknande anvisningar och tillförlitlig exponeringsmätning av alveolär kvarts kan enligt IVL göras med hjälp av pumpad filterprovtagning följt av antingen analys i fält med portabelt FTIR-instrument eller följt av XRD- eller FTIR-analys i laboratorium. (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019)



Figur 3 - 4: IOM-skumsamlare med provtagningspump (vänster) och Millipore-provtagare med provtagningsinstrument. (höger) (Työterveyslaitos)





Figur 5: Millipore-samlare med GS-3 cyklon. (Työterveyslaitos, 2017)

### 3.3 Möjligheter för portabel mätning och analys i fält

Den behändigaste metoden för att bestämma kvartshalten på en arbetsplats vore i nuläget möjligtvis att använda en version av filterprovtagning kombinerat med att man direkt efter provtagningen skulle analysera filtren och således snabbt få analysresultaten direkt på byggnadsarbetsplatsen och därmed möjligheten att diskutera och vidta åtgärder vid behov. Det finns i nuläget portabla analysinstrument för bland annat FTIR- och XRD-analys.

De följande mätmetoderna för portabel mätning testades huvudsakligen i gruvor och/eller för gruvindustrin. Laboratorieinstrument är känsligare och noggrannare än portabla instrument, och det finns många faktorer som påverkar mätnoggrannheten på fält i jämförelse med i ett laboratorium. (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019.)

De egenskaper hos de instrument som utreds nedan utgående från Antonsson, Rydström och Sahlberg reflekterar inte i alla fall de egenskaper som finns i motsvarande laboratorieinstrument.

### 3.3.1 FTIR

Det finns redan i nuläget olika FTIR-instrument som är portabla och lämpar sig för användning i fält, vilket i praktiken betyder att FTIR-instrumenten vore den ledande metoden för att utföra analys av kvarts i fält. En utvärdering som gjordes av användning av DOF-analysmetoden med FTIR påvisade att metoden är tillförlitlig. (Cauda, Miller, & Drake, 2015) FTIR-instrument är kostnadseffektiva och jämfört med andra enkla att använda, vilket antagligen bidragit till att de flesta länder valt att basera sin lagstiftning av analysering av kvarts kring FTIR. (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019)

Noterbart är att de tester som gjorts för FTIR som analysmetod har utförts primärt inom gruvindustrin där förhållanden avviker från sådana som vanligtvis råder på byggarbetsplatser, och där kan förekomma flera sådana ämnen som kan störa analysen och förvränga resultaten. Ett exempel på ett sådant material är kaolin, som förekommer i bland annat kolgruvor. Kalibreringsmetoder kan möjligtvis åtgärda den störning som påkommer. (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019) En bärbar modell av FTIR spektrometer testades på filterprover i "icke-kolgruvor" och där konstaterades att metoden kan användas för att analysera alveolärt kvartsdamm. (Weakley, Miller, Griffiths, & Bayman, 2014)

En nackdel med FTIR är att metoden inte mäter kristallin kvarts i sig, utan ger resultat för samtliga former av kvarts (mängden kvarts) vilket gör att det kan förekomma material som innehåller amorf kvarts i resultaten, vilket i tur ger en överdriven bild av kvartshalten. Dock förekommer det inte mycket av den typen av material i miljöer där kvarts påträffas. (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019)

Också filtermaterialet kan påverka analysresultaten. Därför bör man kontrollera valet av filtermaterial. Exempelvis rekommenderas att man använder PP (polypropylen) eller PVC (polyvinylklorid) som filtermaterial då man utför en påföljande FTIR-analys på ett kvartsprov. (Farcas, Lee, Chisholm, & Harper, 2016)

Vidare utredning på hur bra denna metod fungerar inom byggindustrin borde utföras innan metoden tas i bruk i större skala inkluderar undersökning över hur vanligt det är att ämnen som stör analysen, såsom kaolin, förekommer på byggarbetsplatser. (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019)

### 3.3.2 Röntgendiffraktion, XRD

Det finns typer av portabla instrument som bygger på XRD som möjligtvis kunde lämpas för att analysera provtagningsfilter i fält. XRD-instrument kräver generellt stora mängder damm (i jämförelse med bland annat FTIR) för att kunna analysera ett prov och samtidigt är de ofta mycket tyngre än till exempel FTIR-instrument. På samma vis som med FTIR kan man med XRD inte heller bestämma dammhalten, utan den ger mängden kvarts och eventuella andra ämnen. (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019)

“Vi har sökt efter portabla XRD-instrument men har inte hittat några som verkar vara användbara för analys av respirabel kvarts, dvs. analys av filter med i storleksordningen 0,01 – 1mg kvarts per filter.” (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019)

Vidare utredning krävs ifall att det finns portabla sådana XRD-instrument som uppfyller kraven för att bestämma kvartsexponering kunde användas i fält. Baserat på de utredningar som IVL gjorde fanns det inga XRD-instrument som kunde lämpas för användning i fält på grund av deras tyngd och det faktum att det krävs stora mängder damm för mätning. (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019)

### 3.3.3 Diffusionsprovtagare

Används för att ta prov på gasformiga luftföroreningar. (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019) Mariam Shirdel utförde år 2018 en utvärdering om användning av diffusionsprovtagare, för att mäta damm i gruvor, som visar att provtagaren drastiskt överskattar dammhalten vid personburen provtagning. (Shirdel, 2018) Användning av diffusionsprovtagare för provtagning av kvarts är av denna orsak därför inte lämpligt. Dessutom krävs det att man analyserar filtren med mikroskop vilket försvårar analys på byggnadsarbetsplats. (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019)

### 3.3.4 Röntgenfluorescens, XRF

Portabla XRF-instrument väger inte mer några kilo och är lättare än även de portabla FTIR-instrumenten. För att kunna bestämma kvartshalten krävs analys av mängden kvarts i prov. XRF-instrument används till analys av sammansättning av grundämnen i stället för att analysera mängder, vilket gör att XRF generellt inte kan användas för att direkt analysera kvarts. (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019) XRF-instrument kan dock

kalibreras för att möjliggöra bestämning av mängder, vilket kunde göra det användbart för ändamålet.

”En metod som hittills inte använts i någon större omfattning för kvartsanalys är röntgenfluorescens. (...) Om man kan visa att i stort sett all kisel i damm från byggindustrin utgörs av kvarts, går det att mäta mängde kisel och ur den beräkna kvartsmängd och kvartshalt. Dessutom krävs att XRF kan användas för att bestämma mängden kisel i ett prov, inte enbart fördelningen mellan olika grundämnen, och det är osäkert om bärbara XRF klarar detta. (...) Det är möjligt att XRF-analys kunde användas för att bestämma kvartshalten på byggarbetsplatser. Detta har dock inte testats och utvärderats och skulle i så fall kräva ett utvecklingsarbete” (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019)

### **3.3.5 Direktvisande partikelinstrument**

IVL har inom byggindustrin drivit projekt om referensmätningar där halter av kvarts i alveolärt damm har beräknats. Jämförelse av dessa projekt påvisade att kvartshalten kunde variera mycket, även på en arbetsplats. För att möjliggöra bestämning av kvartshalten krävdes ju analys av mängden kvarts i prov.

Direktvisande partikelinstrument antar att partiklarna i ett dammprov är sfäriska och baserar deras mätning på en sådan volym och mäter därefter massan enligt antagen densitet, vilket gör att medianvärden eller halter av alveolärt damm inte kan jämföras med de gränsvärden som finns för kvartsdamm, vilket i tur leder till att man inte kan använda dessa för att tillförlitligt mäta kvarts på en byggarbetsplats. Eventuellt kunde man genom korrekt kalibrering använda direktvisande partikelinstrument i gruvor, där kvartshalten är mera konstant. (Antonsson, Rydström, & Sahlberg, 2019)

Till standarder som reglerar olika typer av mätning hör bland annat:

- **SFS-EN-481:en** Workplace atmospheres. Size fraction definitions for measurement of airborne particles
- **SFS-EN 482 + A1:en** Workplace exposure. General requirements for the performance of procedures for the measurement of chemical agents
- **SFS-EN-838:en** Workplace exposure. Procedures for measuring gases and vapours using diffusive samplers. Requirements and test methods
- **ISO-13137** Workplace atmospheres — Pumps for personal sampling of chemical and biological agents — Requirements and test methods
- **ISO 16258-1:2015** Workplace air -- Analysis of respirable crystalline silica by X-ray diffraction -- Part 1: Direct-on-filter method
- **ISO 16258-2:2015** Workplace air -- Analysis of respirable crystalline silica by X-ray diffraction -- Part 2: Method by indirect analysis
- **ISO-17621** Workplace atmospheres — Short term detector tube measurement systems — Requirements and test methods
- **ISO 19087:2018** Workplace air -- Analysis of respirable crystalline silica by Fourier-Transform Infrared spectroscopy
- **ISO 24095:2009** Workplace air -- Guidance for the measurement of respirable crystalline silica

### 3.4 Krav

Nuvarande arbetshygieniska kraven när det gäller kvartsdamm lyder enl. följande:

”På en arbetsplats där det förekommer föroreningar i luften, såsom damm, rök, gas eller ånga, i en för arbetstagarna skadlig eller besvärande mängd skall föroreningarnas spridning i mån av möjlighet förhindras genom att källan för föroreningarna isoleras eller placeras i ett slutet rum eller en sluten apparat. Föroreningar skall i tillräcklig utsträckning samlas och avlägsnas med hjälp av ändamålsenlig ventilation”. (738/2002, 2002)

”Arbetsgivaren ska utreda arbetstagarnas eventuella exponering för agenser som medför risk för cancersjukdom och för mutagena ämnen och bedöma exponeringens betydelse för arbetstagarnas säkerhet och hälsa (bedömning av riskerna)”. (1267/2019, 2019)

”Arbetstagare som är särskilt känsliga för agenser som medför risk för cancersjukdom eller för mutagena ämnen får inte anlitas för arbete där de exponeras för sådana”. (1267/2019, 2019)

”Arbetsgivaren ska på arbetsplatsen minska användningen av agenser som medför risk för cancersjukdom och av mutagena ämnen i första hand genom att ersätta dem med ämnen, blandningar eller arbetsmetoder som inte är farliga eller som är mindre farliga, om detta är tekniskt möjligt och rimligen kan genomföras”. (1267/2019, 2019)

Arbetsgivaren har som skyldighet att föra ett eget register på de material, ämnen och faktorer som är genetisk skadlig och/eller som orsakar cancerrisk. Arbetsgivaren bör också hålla register på de arbetstagare som exponeras under stor del av arbetstiden för sådana ämnen eller som konstateras blivit exponerade för dessa ämnen enligt arbetshygieniska mätningar, och meddela om de exponerade personerna till ASA-registret årligen. (Työsuojelu, 2018)

Arbetsgivaren har som skyldighet att ta HTP-värden i beaktande när denne utför riskbedömning för ett projekt. Ifall att exponeringen inte kan uppskattas med tillräcklig säkerhet bör man utföra mätningar och jämföra resultaten från dessa mot givna gränsvärden. Bindande gränsvärdet för alveolärt kvartsdamm som trädde i kraft den 1.1.2020 ligger på 0,1 mg/m<sup>3</sup> HTP8h (1267/2019, 2019), alltså den genomsnittliga exponeringen under en arbetsdag (8h) mätt i milligram per kubik [mg/m<sup>3</sup>]. Detta gränsvärde gäller också för samtliga former av kristallin kiseldioxid som nämndes tidigare i texten. (Työterveyslaitos, 2020) Ifall att gränsvärdet överskrids bör arbetsgivaren utan dröjsmål vidta åtgärder som sänker exponeringen till godtagbar nivå. Utöver gränsvärdet är kända värdet för hälsorisk för de som exponeras 0,05 mg/m<sup>3</sup>. (Sanni Uksulainen, 2020)

Vid bearbetning av betong kan de halter av kvarts som bildas, och som kan komma ända in i lungorna, bli så höga som över 200-gångar större än riktvärdet på 0,05 mg/m<sup>3</sup> HTP8h. (Strong-Finland oy)

Vidare utredning kring krav och ansvar hittas bland annat i:

- Statsrådets förordning om säkerheten vid byggarbeten. (205/2009, 2009)
- Statsrådets förordning om avvärjande av cancerrisk i anslutning till arbete. (1267/2019, 2019)
- §73 i Markanvändnings- och byggförordningen. (1999/895, 2020)

I den nya förordningen (1267/2019) nämns arbetsgivarens skyldigheter, men denna förordning bör enligt arbetssäkerhetslagen (738/2002, 2002 §49 – 52) och statsrådets förordning om säkerheten vid byggarbeten (205/2009, 2009) också tillämpas för samtliga leverantörer och byggherre på gemensamma arbetsplatser.

## 4 Metoder för att minska bildning och spridning av damm

Användnings- och anskaffningskostnaderna för undertrycksmaskineri är svåra att uppskatta, eftersom de i huvudsak beror på utrymmens storlek, nötning av filter samt modell och mängd av maskiner. Därmed är det svårt att allmänt uppskatta kostnaderna och man bör utföra projektspecifika beräkningar. Samma sak gäller övrig renhållningsutrustning som man kan behöva. Ett styckepris på en typ av maskineri kan vara mycket lägre än för en annan, men man bör ta area-effektiviteten i beaktande.

Användning av undertrycksmaskineri bör inte ses som endast utgifter. Eftersom det samlas mindre damm underlättas städningen och till exempel elapparater hålls renare och i bättre skick, samtidigt blir arbetseffektiviteten bättre som följd av en dammfriare omgivning. (Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale, 2013)

### 4.1 Planering

Man bör ta i beaktande om skadliga ämnen kan finnas eller hur de kan uppkomma på arbetsplatsen. Arbetsplatsens avfallshantering skall vara bra uttänkt och man bör hålla arbetsplatsen tillräckligt ren under arbetets gång. Bestämmelser för sådant som bland annat el- och brandsäkerhet måste understrykas speciellt, eftersom dessa inte får försummas när man tar åtgärder mot att dammet bildas och sprids. (Sami Metso, Ramirent, 2011)

Arbetsskeden planeras så att de följer i vettig ordning, på så vis att samtliga förorenande arbetsskeden kan utföras i följd eller på samma gång så att man kan undvika att avgränsa samma områden flera gånger och för att undvika att arbetsmiljön och byggnadsobjektet förorenas mer än nödvändigt. Alternativa utförandemetoder bör tas i beaktande, ifall att man kan nå motsvarande resultat genom annan, mindre dammig, arbetsmetod eller genom att använda annan typ av material.

För att minska exponering för damm bör det finnas tillräcklig utrustning och material för att ta de åtgärder som behövs. Det är viktigt att handleda och hålla introduktion för alla arbetstagare innan de påbörjar sitt arbete på en byggnadsarbetsplats så att alla vet hur



man skall gå till väga för att uppnå en dammfriare arbetsmiljö. Det lönar sig att informera både arbetstagare, diverse leverantörer och underentreprenörer samt eventuella personer som bor i ett byggnadsobjekt, eller som grannar till sådant, om speciella arrangemang gällande bekämpning av damm. (Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale, 2013.)

#### **4.2 Sektionering**

Ibland bör man hindra dammet från att spridas mellan olika utrymmen. Exempelvis kan detta behövas när man vill hindra damm från att spridas från ett orent utrymme till ett rent utrymme, eller om man utför mindre arbeten i eller i närheten av en lokal där det pågår annan verksamhet eller där personer vistas. I praktiken betyder det att man på något vis stänger av det utrymme man utför arbete ifrån de övriga närliggande utrymmen och sådana utrymmen som kan kontamineras genom att dammet sprids via ventilationskanaler och andra öppningar.

Sektionering kan utföras på olika sätt. Generellt strävar man till att utnyttja existerande konstruktioner så långt det går och kompletterar dessa med temporära skyddskonstruktioner vid behov. Ifall man behöver komplettera eller ifall att man inte kan använda sig av existerande väggkonstruktioner på grund av utrymmens storlek eller annan orsak, kan man bygga upp tillfälliga skyddsväggar.

Beroende på om sektioneringen är kortvarig eller långvarig kan man överväga olika metoder med vilka man kan producera tillräckligt hållbara väggar för ändamålet, men i vilket fall som helst bör väggarna uppfylla de brandtekniska krav som finns.

1. Ifall att det är frågan om en kortvarig skyddsvägg kan man antingen till exempel spänna upp byggplast mellan existerande konstruktioner (väggar, golv och tak) genom att spänna upp ribbor, eller genom att tejpa fast byggplast i (eller över) till exempel fönsterkarmar och dörrar. Det finns en mängd olika prefabricerade teleskopskaft, diverse pålar och andra lösningar man kan använda istället för ribbor, beroende på hur styv den tillfälliga väggkonstruktionen bör vara. Det finns också prefabricerade skåp och tält av varierande styvhet för sektioneringsändamål. Dessa kommer färdigt utrustade med

undertrycksmaskineri, eller med monteringsmöjligheter för sådant maskiner, som till exempel kan användas för att täcka in en bordcirkelsåg och dess närområde.

2. Om det handlar om sektionering under en längre tid kan det finnas behov att sätta upp en skyddsvägg genom att spänna upp plast genom att regla upp en vägg med ribbor som ger en styvare konstruktion. Utöver detta kan det finnas orsak till att fästa skivor i nedre delen av skyddsväggen, till exempel en liggande 1200 x 2400 fanerskiva, speciellt ifall att det finns risk för att plasten skadas.

Alla genomföringar, ventiler, rör och fogar skall tätas ordentligt med till exempel tejp, pluggar, fogband eller dylikt. För att vidare täta skarv mellan ribbor och konstruktioner kan man på samma sätt använda till exempel fogband. Uretan kan också användas som tätningsmassa.

Öppningar till utrymmen kan göras på olika vis men vanligen används plastdörrar med dragkedja eller till exempel plastskivsdörrar. För att förhindra att dammet sprids mellan rummen där dörren placeras kan man till exempel bygga en sorts sluss och vid dess andra ände installera en till dörr. Flera dörrar kan användas vid arbeten med striktare krav. (Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale, 2013.)

### **4.3 Under- och övertryck**

Om man endast sektionerar arbetsplatsen kommer dammet ändå i någon mån att kunna ta sig till de rena utrymmen. Därför inför man undertryck i utrymmet där arbetet utförs, så att trycket är lägre jämfört med de runtomliggande utrymmen och på så vis får man luften att röra sig från dessa till arbetsutrymmet. Frånluften filtreras med luftrenare, som också fungerar som undertrycksmaskiner, och styrs sedan genom slangar eller kanaler ut ur byggnadsobjektet. I vissa fall när det inte är möjligt att styra ut luften styrs den istället tillbaka in i objektet, men då kontrollerat på så sätt att den inte bildar oönskade luftströmmar eller liknande komplikationer. Man inför vid behov undertryck också i slussutrymmen, om sådana används, där den utgående luften då styrs in i det dammande utrymmet.

Vid val av maskiner och mängden sådana måste man beakta arean av utrymmet, maskinernas kapacitet att förflytta luft samt deras kapacitet att bilda undertryck. Man bör

också ta i beaktande det faktum att kapaciteten minskar under användningen vartefter filtren fylls. Detta kan visserligen motverkas genom att regelbundet tömma eller byta ut filter efter behov. (Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale, 2013.)

Maskinerna som används för att skapa undertryck skall dimensioneras så att luften i det sektionerade området byts sex till tio gånger per timme vid till exempel rivning av "normalt" material. Det finns vid nuläget inga föreskrifter om krav på luftväxling vid hantering av material som kan innehålla kvartsdamm, men om man jämför med annat hälsofarligt material, såsom krokidolit (blå asbest), skall man sträva till att uppnå en 20-faldig luftväxling. (Olenius, 2020)

Undertrycksmaskiner som lämpar sig att användas på byggarbetsplatser är generellt mångsidiga på det viset att de både skapar undertryck och suger ut samt renar luften vilket effektivt hindrar spridningen av byggdamm utanför sektionerat område. I vissa fall bör tilläggsfilter monteras på maskinen för att uppnå tillräckligt effektiv filtrering.

Ifall att det behövs kan man genom liknande sektioneringsmetoder och samma maskiner införa övertryck i något utrymme, ifall att man anser att det finns behov att ta ytterligare steg för att skydda exempelvis ett teknikutrymme eller dylikt. (Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale, 2013.)

#### **4.4 Luftfiltrering/luftrening**

När man arbetar med kvartsdamm eller annat material klassat som HTP eller ifall att den utgående luften styrs in i byggnaden, bör i maskinerna utöver grövre filter av till exempel klass G3 användas minst sådana filter som fångarupp MPPS med effektivitet av  $\geq 99,95\%$  (SFS-EN 1822-1:2019:en, 2019), vilket betyder att minst HEPA-filter av klass H13 skall användas. (Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale, 2013)

Det rekommenderas att HEPA H13 filter i genomsnitt bör bytas ca. en gång per tre månader för dammiga arbeten och en gång i månaden vid speciellt dammiga arbeten. Grövre filter bör bytas oftare beroende på modell och typ. (Sami Metso, Ramirent, 2011)

Livslängden på filter påverkas bland annat av graden föravskiljning samt filtermängder och typer.

Man kan ytterligare minska dammhalten i ett utrymme med hjälp av en cirkulerande luftrenare som kör luften ur utrymmet genom mekaniska fiberfilter eller el-filter och kör sedan direkt den renade luften tillbaka in i utrymmet. (Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale, 2013)

#### **4.5 Städning**

Byggstädning innefattar städning som vid behov utförs t.o.m. dagligen under byggnadstiden och dess syfte är att avlägsna byggnadsavfall, grov smuts, finpartiklar och damm som bildas. Genom regelbunden städning kan man minska dammhalten i luften och vidare hindra spridningen av damm mellan olika utrymmen, vilket i sin tur minskar bland annat risken för hälsoskador och fel i arbetsmaskiner och känslig utrustning. Byggnadsavfall och damm som bildas i olika arbetsskeden bör städas bort omedelbart när arbetsskedet slutförs för att upprätthålla en ren arbetsplats. Utöver städning under byggnadstiden innefattar byggstädning också en tvåfasig slutstädning efter att man utfört alla byggnadsarbeten och installationer. Under städningen bör man använda sig av lämplig personlig skyddsutrustning, eftersom byggnadsstädning konstaterats vara ett arbetsskede som exponerar arbetare för damm. (Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale, 2013)

#### **4.6 Renhållningsutrustning och metoder**

Man blir tvungen att städa med diverse torrmetoder även fast man har infört tryckskillnader och använder sig av förebyggande åtgärder såsom utsug och sektionering. För att underlätta städningen och för att skydda byggnaden kan man täcka in golv, plan och svåråtkomliga områden med plast och/eller papper. (Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale, 2013)

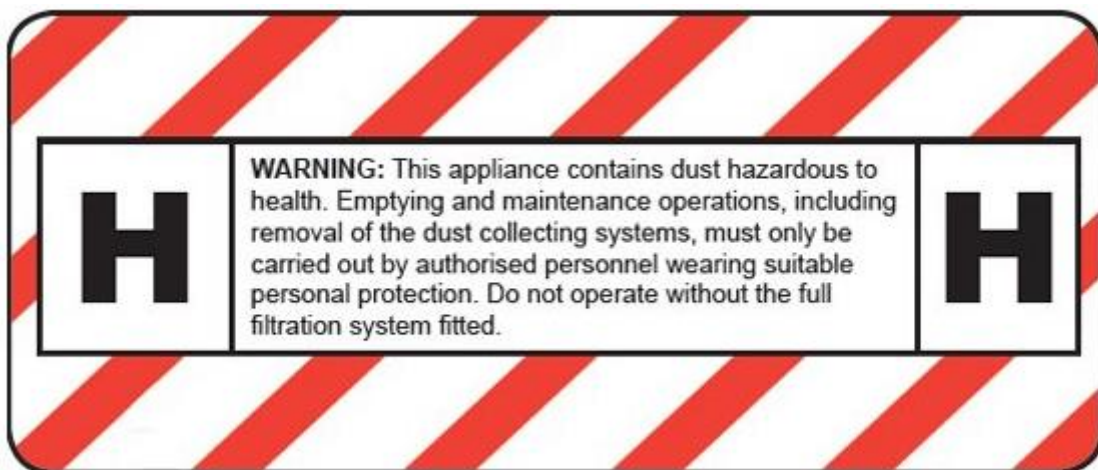
##### **4.6.1 Dammavskiljare och industridammsugare**

Det finns olika typer av dammsugare för olika användningsändamål. De är utrustade med olika typer av funktioner och filtreringsmöjligheter och har varierande verkningsgrad.

Det finns bland annat dammsugare som endast skall användas för torrt material och sådana som kan användas för både vått och torrt. (Nilfisk)

Det finns tre klasser av damm. Klasserna baseras på dammets konsistens och därmed farlighetsgrad. Dammsugare som används måste ha sådant filtersystem som uppfyller de krav som ställs för klassen av damm.

- Klass L (Low risk): Ofarligt damm. Dammsugare godkänd för uppsamling av damm med det maximala koncentrationsvärdet av  $>1 \text{ mg/m}_3$  av ämne klassificerat som damm av klass L.
- Klass M (Medium risk): Farligt damm. Dammsugare godkänd för uppsamling av damm med det maximala koncentrationsvärdet av  $>0,1 \text{ mg/m}_3$  av ämne klassificerat som damm av klass M.
- Klass H (High Risk): Cancerframkallande damm. Dammsugare godkänd för uppsamling av damm med det maximala koncentrationsvärdet av  $0,005 \text{ mg/m}_3$  av ämne klassificerat som damm av klass H. Filtrering av H-klass bör inte förväxlas med HEPA filter som till exempel H13 och H14. (SFS-EN 60335-2-69:en, 2016.)



Figur 6: Klass H varningstext.

När man har att göra med kvartsdamm bör man alltså använda en dammsugare som uppfyller kraven för klass H. Samma sak gäller delvis för material som hör till klass M

eftersom bearbetning av materialet befriar alveolärt kvartsdamm, vilket gör att man därför bör använda utrustning ansedd för damm av klassen H. (SFS-EN 60335-2-69:en, 2016)

Överlag rekommenderas att man på byggarbetsplatser använder dammsugare av H-klass.

Det finns också dammavskiljare (också kallade stoftavskiljare) som i princip är mer avancerade industridammsugare. Dammavskiljare kan separera olikstora partiklar och är ofta kapabla till att utföra tre avskiljningsskeden; separering av grövre material, finfiltrering och mikrofiltrering. Dammavskiljare finns i sådana modeller som för tillbaka renad luft i utrymmet efter separering och filtrering. (Dustcontrol, 2020)

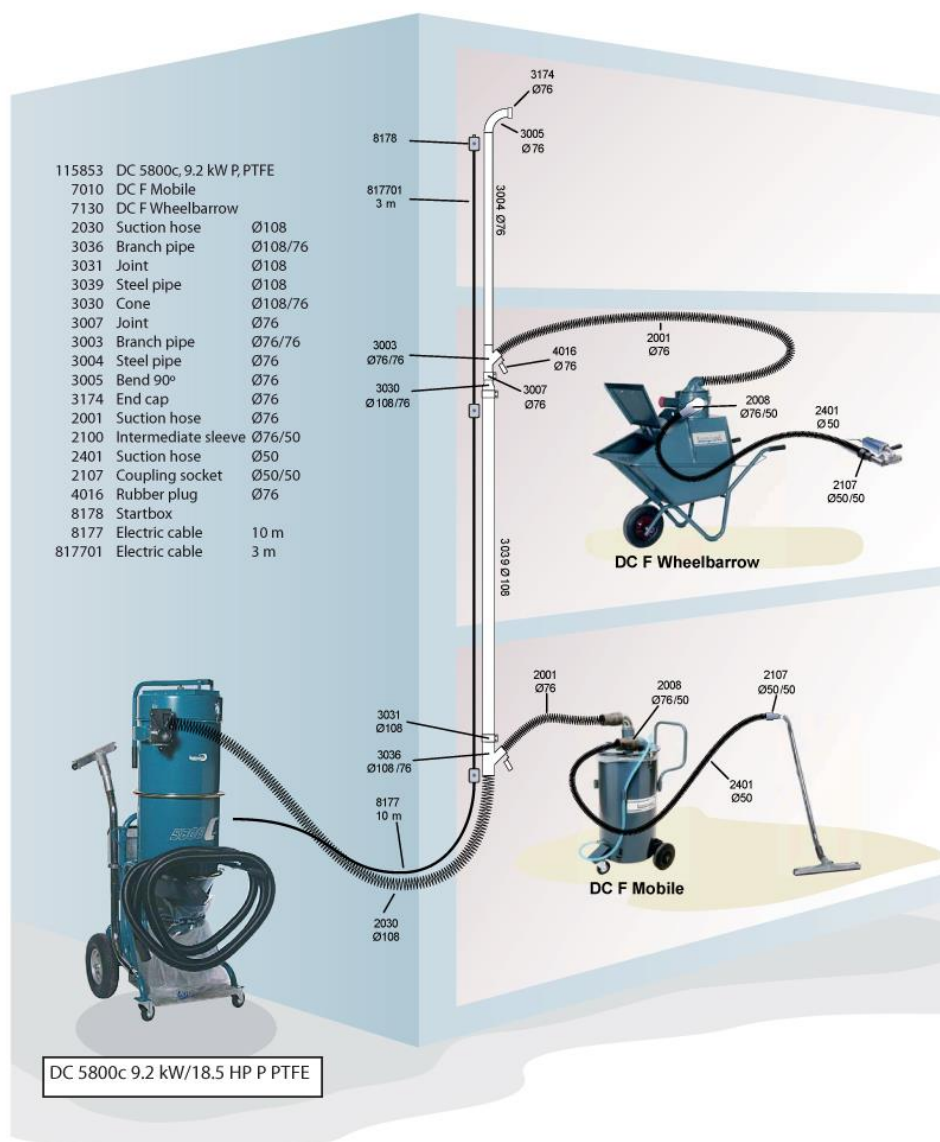
Både industridammsugare och dammavskiljare finns i en- och trefasiga modeller, där den trefasiga lämpar sig bättre där det krävs bättre effektivitet samt för uppsugning av tyngre material. En del modeller är även konstruerade på så vis att man kan ha flera städredskap eller verktyg samtidigt kopplade till enheten. (Nilfisk, 2020)

#### **4.6.2 Centraldammsugarsystem**

Det finns en mängd olika typer av centraldammsugare på marknaden som man kan använda sig av om man till exempel utför ett större byggnadsprojekt med många rum eller ett byggprojekt som utsträcker sig över flera våningar. (Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale, 2013)

Det finns flyttbara centraldammsugare som man ofta ställer i trappuppgången på ett objekt och som samtidigt kör ut renad luft tillbaka i utrymmet efter filtrering. Man drar kanaler, vanligtvis stålrör, upp genom byggnaden genom trapphus, hisschakt eller längs fasaden på utsidan så att det finns uttag för sugslang på varje våning och uppnår på så vis ett heltäckande dammsugarsystem som (beroende på maskineriets effektivitet) kan användas på samma gång på flera våningar. (Dustcontrol, 2020) (Se figur 7)

## DC 5800 Semi Mobile System



Figur 7: Exempel på flyttbart centralsugarsystem. (Dustcontrol, 2020)

Installation av centralsugarsystem under byggtiden är ofta ett bra sätt att snabba upp städningen genom att man på så vis inte behöver släpa runt dammsugare mellan olika våningar och kan sköta tömningen och filterbyten från till exempel marknivå. Man utrustar våningsvis stålröret, eller kanalen som används, med slangkoppling med inbyggd kontakbrytare som slår på/av dammsugarenheten när kontakternas luckor öppnas/stängs. Dessa centralsugare har ofta endera inbyggd avskiljare med flera olika filter eller också separat avskiljarenhet, och kräver givetvis också HEPA H<sub>13</sub> filter eller bättre när man arbetar med kvarts. (Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale, 2013)

Det finns många olika modeller som har olika typer av filter, olika många filter samt varierande uppbyggnad. Vissa centraldammsugarsystem har flera olika huvudkomponenter eller moduler medan andra har flera komponenter inbyggda i samma enhet. (Nilfisk, 2020) Det finns i nuläget också sådana centraldammsugarsystem som fungerar på samma vis men som är inbyggda i ett fordon eller en container och som ofta består av bland annat själva dammsugarenheten, föravskiljare, avskiljare och uppsamlare. (Skanska, 2020) Generellt borde centraldammsugare föredras över industridammsugare med tanke på effektivitet, förutom för mindre projekt och sådana projekt där det inte är en vettig lösning på grund av svår applicering eller dylikt. (Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale, 2013)

#### **4.6.3 Föravskiljare**

Det finns olika typer av föravskiljare som kan användas i samband med olika dammsugare och dammavskiljare, samt även till exempel sådana föravskiljare som är färdigt fastmonterade i en dammsugarmodul. Dessa separerar det grövre materialet innan det kommer till dammsugaren, vilket i tur bland annat ökar dammsugarens effektivitet, förlänger livet på filtren samt ger längre användningstid innan samlingspåsar i dammsugarenheten behöver tömmas. Föravskiljare bör speciellt användas ifall att man arbetar med stora mängder material eller material som man bör separera vätskor från. Fungerar också bra för att förebygga stockning och överbelastning, samt för att separera vätskor från ett eller flera material. Man kan dela in föravskiljare enligt två principer. (Dustcontrol, 2020)

#### **Cyklonprincipen**

Föravskiljare av cylindertyp som har insugshålet strategiskt placerat på så vis att materialet cirkulerar i en cyklonrörelse genom cylindern, vilket i sin tur gör att del av materialet lämnar längs kammarens kanter innan de faller neråt till uppsamlaren. Föravskiljare av denna modellprincip separerar effektivt också mycket små partiklar (1/100 mm). (Dustcontrol, 2020) (Se figur 8)

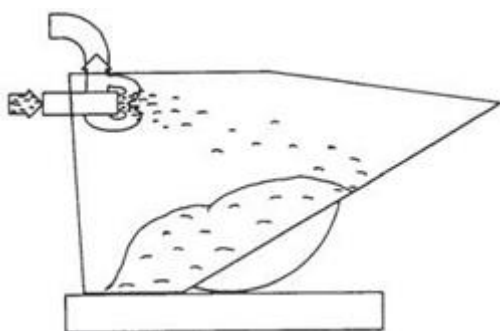




Figur 8: Cyklonprincip (Dustcontrol, 2020)

### Fallkammarprincipen

Även kallad "skottkärrsprincipen", eftersom den oftast ser ut som en skottkärra och är i vissa fall även byggda på en sådan, fungerar på så vis att luft matas in med stor hastighet i en kammare där grövre partiklar slungas in i kammaren medan luften svänger direkt vid inloppet och fortsätter vidare. Detta uppnås genom att utloppet ligger placerat bakom inloppet i kammaren. (Dustcontrol, 2020) (Se figur 9)



Figur 9: Fallkammarprincip (Dustcontrol, 2020)

Tidigare nämnda centralenheter som är inbyggda i containrar kan optimalt ha föravskiljare av båda principmodellerna färdigt installerade och kan därför vara ett bra alternativ speciellt vid krävande byggen. (Skanska, 2020)

#### 4.6.4 Punktutsug

Maskiner och verktyg som används för behandling av material utrustas med punktutsug.

Punktutsug med högtryck kan användas i samband med industridammsugare och centraldammsugarsystem. Slangar fästas vid kompatibla verktyg (eventuellt via adapter) såsom bland annat sågar, cirklar, bormaskiner och pikningsmaskiner. Ett luftflöde som avlägsnar damm bildas i det bearbetade området då slangen är kopplad. Punktutsug med högt tryck är en effektiv metod för mindre arbetsskeden och minskar 5- till 10-faldigt dammhalterna i en arbetares andningszon.

Punktutsug med lågtryck fungerar på liknande vis men kopplas till luftrenare eller undertrycksmaskineri och har därför lägre luftflöde och därmed också mindre uppsamlingsområde. Denna modell kunde användas i sådana arbeten där det inte är möjligt att använda punktutsug med högtryck. (Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale, 2013.)

Det finns diverse andra verktyg som underlättar verksamheten och också olika typer av integrerade dammsugare, sugkåpor, dammuppsamlingspåsar och dylikt som kan fästas vid en del verktyg. (Hilti, 2020)

#### 4.6.5 Personlig skyddsutrustning

Personlig skyddsutrustning bör användas i enlighet med direktiv, situation och riskbedömning. Andningsskydd av rätt klass och typ används enligt situation.

Om arbetet pågår i över två timmar per dag bör man använda fläktassisterat andningsskydd som är utrustat med P3-klassens partikelfilter. Ifall andningsmotståndet blir högt eller fläkten inte blåser tillräckligt med luft genom filtren bör partikelfiltret genast bytas. Diverse typer av andningsmasker finns tillgängliga för olika grader av arbeten.

FFP3 engångsmasker får användas högst två timmar per dag på grund av det höga andningsmotståndet.

Vid användning av diverse andningsmasker bör de användas korrekt och man byta filter med jämna mellanrum. Tillverkares anvisningar följs vid byte av partikel- och luftfilter. (Työterveyslaitos, 2020.)

#### 4.6.6 Övriga metoder

Befuktning kan användas för att minska spridning av damm. Befuktning är främst användbart utomhus, eftersom metoden sannolikt försämrar arbetsmiljön samt försämrar funktionen av luftrenare och filter.

Andra metoder är bland annat användning av vattensågar, färdiga dörrkonstruktioner avsedda för sektionering, pikningsrobotar, avfallsschakt, dammbindande mattor. (Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale, 2013.)

## 5 Diskussion

Huvudsakliga åtgärder som bör tas för att förminska exponeringen för cancerframkallande ämnen såsom kvarts är stegvis enligt prioriteringsordning att:

1. Avlägsna de ämnen eller metoder som orsakar damm
2. Byta ut de ämnen eller metoder som orsakar cancer mot säkra eller mindre farliga
3. Avlägsna eller förminska det återstående riskerna genom tekniska lösningar
4. Använda alternativa arbetsformer och arbetsmetoder som minskar exponeringen
5. Använda personlig skyddsutrustning i form av andningsskydd

Det går inte att okulärt bestämma kvartsmängden i byggnadsdamm. Om man antar att det finns ämnen som innehåller kvarts på byggnadsarbetsplatsen och eftersom det alveolära kvartsdammet är finkornigt och man inte kan se det med blotta ögat, betyder detta att det alltid finns för mycket kvartsdamm i luften där det finns synligt damm. Punktutsug minskar märkvärdigt exponeringen, men inte tillräckligt. Fler åtgärder krävs.

Man kan utveckla sjukdomar såsom silikos även fast halterna är under gränsvärden och det finns inget gränsvärde där man skulle vara helt säker mot cancerframkallande ämnen.

Mer undersökning och tester kring analysmetoder och utrustning på byggnadsarbetsplatser behövs för att få pålitlig mätning av kvartshalter. En lättanvänd manual för utförande av analys och/eller provtagning kunde underlätta verksamheten för

samtliga parter. Utredning kring vem som får utföra mätningar och vilka kompetenser som krävs kan behövas.

Eventuellt finns det en marknad för antingen provtagning kombinerad med mobil analys eller provtagning och analys på laboratorium. Primär kundgrupp vore diverse större renoveringsprojekt samt nybyggen i stor skala speciellt där betong används som huvudmaterial och/eller där mycket pikning och dylikt pågår. Utöver detta kan det vid krävande objekt krävas konsultering och vidare övervakning och planering.

Metoder bör och kommer förhoppningsvis att undersökas och utvecklas under de kommande åren och specifika direktiv kring allt som har med kvartsdamm på byggnadsarbetsplatser kommer utredas. HTP-värdet för kvartsdamm kommer troligen att uppdateras under de kommande åren.

## 6 Referenser

- 1267/2019. (den 12 12 2019). *1267/2019 Statsrådets förordning om avvärjande av cancerrisk i anslutning till arbete*. Hämtat från Finlex:  
<https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2019/20191267>
- 1267/2019. (den 12 12 2019). *1267/2019 Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta, Liite II*. Hämtat från Finlex.fi:  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20191267>
- 1999/895. (den 6 5 2020). *10.9.1999/895 Markanvändnings- och byggförordning*. Hämtat från Finlex:  
<https://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/1999/19990895#L12P73>
- 205/2009. (den 26 3 2009). *205/2009 Statsrådets förordning om säkerheten vid byggarbeten*. Hämtat från Finlex:  
<https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2009/20090205>
- 538/2018. (den 21 6 2018). *538/2018 Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asetus haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista*. Hämtat från Finlex.fi:  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20180538> den 27 April 2020
- 738/2002. (den 23 8 2002). *23.8.2002/738 Työturvallisuuslaki*. Hämtat från Finlex:  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2002/20020738> den 30 Mars 2020
- Antonsson, A.-B., & Sahlberg, B. (Mars 2019). *Referensmätningar för kvartsexponering vid ROT-arbeten inom byggindustrin*. Hämtat från IVL Svenska Miljöinstitutet:  
<https://www.ivl.se/download/18.2299af4c16c6c7485d041ac/1572276712895/B2364.pdf> den 15 4 2020
- Antonsson, A.-B., Rydström, A.-M., & Sahlberg, B. (den - Maj 2019). *Metoder för snabb och enkel mätning av exponering för kvarts i arbetsmiljön – finns det?* IVL Svenska Miljöinstitutet. Hämtat från IVL Svenska Miljöinstitutet:  
<https://www.ivl.se/download/18.20b707b7169f355daa71f56/1557921400247/B2342.pdf>
- Arbetsmiljöverket. (Maj 2011). *Kvarts och dess cancerframkallande förmåga*. Hämtat från Arbetsmiljöverket:  
<https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/rapporter/kvarts-och-dess-cancerframkallande-formaga-kunskapssammanstallning-rap-2011-05.pdf> den 28 4 2020
- Bruker Corporation. (den 29 Maj 2019). What is X-ray Diffraction? Hämtat från Bruker Corporation: <https://www.youtube.com/watch?v=QHMzFUo0NL8>
- Cauda, E., Miller, A., & Drake, P. (2015). *Promoting early exposure monitoring for respirable crystalline silica: Taking the laboratory to the mine site*. Journal of Occupational and Environmental Hygiene.
- CEN. (den 09 11 2015). *SFS-EN 482 + A1:en Workplace exposure. General requirements for the performance of procedures for the measurement of chemical agents*. (SFS, Red.) Hämtat från sfs.fi:  
<https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/4/395440.html.stx> den 30 3 2020

- CSI Nordic AB. (u.å.). *Fourier transform infraröd spektroskopi (FTIR)*. Hämtat från Carlsson Systematic Investigations: <https://www.csinordic.com/ftir/> den 20 4 2020
- Dustcontrol. (u.å.). *Dustcontrol*. Hämtat från Dustcontrol: <https://dustcontrol.se/> den 15 4 2020
- Dustcontrol. (u.å.). *Esierttoimet*. Hämtat från Dustcontrol.fi: <https://dustcontrol.fi/category/44-pre-separators.html> den 17 4 2020
- Farcas, D., Lee, T., Chisholm, W. P., & Harper, M. (2016). *Replacement of filters for respirable quartz measurement in coal mine dust by infrared spectroscopy*. Journal of Occupational and Environmental Hygiene .
- Globalsino. (u.å.). Hämtat från Globalsino: [www.globalsino.com/EM/](http://www.globalsino.com/EM/) den 15 5 2020
- Gottesfeld, P. (2018). International silica standards: Countries must update exposure limits. *ISHN*.
- Hengityслиitto. (u.d.). *Suodatinluokat ja niiden tunnuksset*. Hämtat från Hengityслиitto: [https://www.hengityслиitto.fi/sites/default/files/liitetiedostot/suodatinluokat\\_tunnukset.pdf](https://www.hengityслиitto.fi/sites/default/files/liitetiedostot/suodatinluokat_tunnukset.pdf) den 15 4 2020
- Hilti. (u.å.). *Hilti*. Hämtat från Hilti: [www.hilti.fi](http://www.hilti.fi) den 15 5 2020
- ISO/TC. (12 2009). *ISO 24095:2009 Workplace air — Guidance for the measurement of respirable crystalline silica*. Hämtat från ISO.org: <https://www.iso.org/standard/42006.html> den 2020 3 30
- ISO/TC. (9 2015). *ISO 16258-2:2015 Workplace air — Analysis of respirable crystalline silica by X-ray diffraction — Part 2: Method by indirect analysis*. Hämtat från ISO.org: <https://www.iso.org/standard/56035.html> den 30 3 2020
- ISO/TC. (07 2018). *ISO 19087:2018 Workplace air — Analysis of respirable crystalline silica by Fourier-Transform Infrared spectroscopy*. Hämtat från ISO.org: <https://www.iso.org/standard/63905.html> den 30 3 2020
- IVL Svenska Miljöinstitutet. (u.d.). *IVL Svenska Miljöinstitutet*. Hämtat från IVL Svenska Miljöinstitutet: <https://www.ivl.se> den 20 4 2020
- Maciejewska, A. (2008). *Occupational exposure assessment for crystalline silica dust: Approach in Poland and worldwide*. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health 2.
- MATERIA . (u.å.). *Jauheröntgendiffraktio*. Hämtat från MATERIA - Materiaalitutkimuskeskus: <https://www.materiakeskus.fi/tutkimuspalvelut/metallit/menetelmat/jauherontgendiffraktio/> den 07 5 2020
- Nilfisk. (u.d.). *Nilfisk*. Hämtat från Nilfisk.com: [www.nilfisk.com](http://www.nilfisk.com) den 20 4 2020
- Olenius, A. (u.d.). *Terveydelle vaarallisten aineiden purkutyöt*. Hämtat från rakennustieto.fi: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010601.pdf> den 15 April 2020

- OSHA. (December 2017). *OSHA's Respirable Crystalline Silica Standard for Construction*. Hämtat från OSHA:  
<https://www.osha.gov/Publications/OSHA3681.pdf> den 28 4 2020
- PubChem. (u.å.). *Compound Summary - Silicon Dioxide*. Hämtat från National Center for Biotechnology Information:  
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Silicon-dioxide> den 27 4 2020
- Rakennusliitto. (den 25 Februari 2020). *Kvartsipölyn torjunta on syövä torjunta*. Hämtat från Rakennusliitto.fi:  
<https://rakennusliitto.fi/2020/02/25/kvartsipölyn-torjunta-on-syovan-torjuntaa/> den 15 4 2020
- Sami Metso, Ramirent. (den 15 Oktober 2011). *Pölyntorjuntaratkaisut rakennustyömaille*. Hämtat från rakennuskonepaallikot:  
[http://www.rakennuskonepaallikot.fi/u\\_files/file/5\\_%20P%C3%B6lyntorjuntaratkaisut%20rakennusty%C3%B6maille%20Sami%20Metso.pdf](http://www.rakennuskonepaallikot.fi/u_files/file/5_%20P%C3%B6lyntorjuntaratkaisut%20rakennusty%C3%B6maille%20Sami%20Metso.pdf) den 15 4 2020
- Sanni Uuksulainen, T. (den 16 1 2020). *Kvartsipölyä koskeva lainsäädäntö uudistui - mikä muuttui?* Hämtat från rakennusteollisuus.fi:  
<https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/infra-akatemia/kiviainespaivat-2020/4.-sanni-uuksulainen.pdf> den 30 Mars 2020
- Seefeldt, J. (den 09 September 2019). *All About Amorphous Quartz*. Hämtat från ThermoFisher.com: <https://www.thermofisher.com/blog/materials/all-about-amorphous-quartz/> den 30 April 2020
- SFS-EN 1822-1:2019:en. (den 23 4 2019). *High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA). Part 1: Classification, performance testing, marking*. (M. S. ry, Red.) Hämtat från sfs.fi:  
<https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/759446.html.stx> den 15 April 2020
- SFS-EN 481. (den 11 April 1994). *Workplace atmospheres. Size fraction definitions for measurement of airborne particles*. Hämtat från SFS.fi:  
<https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/4/10086.html.stx> den 30 3 2020
- SFS-EN 60335-2-69:en. (den 01 3 2016). *Household and similar electrical appliances - Safety - Part 2-69: Particular requirements for wet and dry vacuum cleaners, including power brush for commercial use*. Hämtat från sfs.fi:  
<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/CENELEC/ID2/6/356346.html.stx> den 16 4 2020
- SFS-EN ISO 29463-3:2018:en. (den 23 Oktober 2018). *High-efficiency filters and filter media for removing particles in air. Part 3: Testing flat sheet filter media*. Hämtat från SFS.fi:  
<https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/2/712197.html.stx> den 27 4 2020
- Shirdel, M. (2018). *Measuring Occupational Dust Exposure with a Passive Sampler*. Umeå: Umeå University, Faculty of Medicine, Department of Public Health and Clinical Medicine, Occupational and Environmental Medicine.

- Skanska. (u.d.). *Keskusimurijärjestelmä*. Hämtat från Skanskakonevuokraus.fi:  
<https://skanskakonevuokraus.fi/tuote/keskusimurijarjestelma-kontissa/> den 20 4 2020
- Strong-Finland oy. (u.d.). *Yleiset pölytyypit*. Hämtat från pölytorjunta.fi:  
<http://www.pölyntorjunta.fi/yleiset-polytyypit/> den 15 4 2020
- Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale. (den 29 11 2013). *Osastointi ja alipaineistus*. Hämtat från rakennuskone.fi:  
<https://www.rakennuskone.fi/osastointi-ja-alipaineistus/> den 2 4 2020
- Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale. (den 29 11 2013). *Pölynhallinnassa*. Hämtat från rakennuskone.fi:  
<https://www.rakennuskone.fi/polynhallinnassa/> den 15 4 2020
- Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale. (den 11 19 2013). *Siivous*. Hämtat från Rakennuskone.fi:  
<https://www.rakennuskone.fi/siivous/> den 15 April 2020
- Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale. (den 29 11 2013). *Siivous*. Hämtat från rakennuskone.fi:  
<https://www.rakennuskone.fi/siivous/> den 15 4 2020
- Teknologian tutkimuskeskus VTT; Hannu Koski; Inga Mattila; Aimo Taipale. (den 29 11 2013). *Suodattimet*. Hämtat från rakennuskone.fi:  
<https://www.rakennuskone.fi/suodattimet/> den 15 4 2020
- Työsuojelu. (den 16 11 2018). *ASA-rekisteri*. Hämtat från Työsuojelu.fi:  
<https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/kemialliset-tekijat/cmr-aineet/asa-rekisteri> den 15 4 2020
- Työsuojelu. (2020). *Työpaikkatiedote 1/2020: Älä altista työntekijää syöpävaaralle*. Työsuojelu.fi.
- Työterveyslaitos. (den 9 3 2017). *Hengittyvän pölyn näytteenotto*. Hämtat från Työterveyslaitos: [https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/12/Polyn\\_punnitus\\_ilmanaytteista\\_naytteenotto-ohje.pdf](https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/12/Polyn_punnitus_ilmanaytteista_naytteenotto-ohje.pdf) den 15 4 2020
- Työterveyslaitos. (den 9 3 2017). *Kiteisen piidioksidin näytteenotto-ohje syklonin avulla*. Hämtat från TTL.fi: [https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2017/03/Kiteisen\\_piidioksidin\\_naytteenotto-ohje\\_syklonin-avulla.pdf](https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2017/03/Kiteisen_piidioksidin_naytteenotto-ohje_syklonin-avulla.pdf) den 30 3 2020
- Työterveyslaitos. (den 3 3 2020). *Kvartsille uusi sitoava raja arvo*. Hämtat från Työterveyslaitos: <https://www.ttl.fi/kvartsille-uusi-sitova-raja-arvo/> den 30 3 2020
- Työterveyslaitos. (u.å.). *ASA-Rekisteri*. Hämtat från TTL.fi:  
<https://www.ttl.fi/rekisterit/asa-rekisteri/> den 15 4 2020
- Työterveyslaitos. (u.å.). *Hengittävän pölyn näytteenotto*. Hämtat från TTL.fi:  
<https://www.ttl.fi/service-document/hengittyvan-polyn-naytteenotto-2/> den 15 4 2020



- Työterveyslaitos. (u.å.). *Hengityksensuojaimet*. Hämtat från Työterveyslaitos:  
[https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/11/Malliratkaisu\\_Hengityksensuojaimet.pdf](https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/11/Malliratkaisu_Hengityksensuojaimet.pdf) den 15 5 2020
- Työterveyslaitos. (u.å.). *Kvartsi (Kiteinen piidioksidi)*. Hämtat från Työterveyslaitos:  
<https://www.ttl.fi/kemikaalit-ja-tyo/kvartsi/> den 30 Mars 2020
- Työterveyslaitos. (u.å.). *Kvartsin näytteenotto-ohje*. Hämtat från Työterveyslaitos:  
<https://www.ttl.fi/service-document/kvartsin-naytteenotto-ohje-syklonin-avulla/> den 30 3 2020
- Työterveyslaitos. (u.å.). *Työterveyslaitos*. Hämtat från Työterveyslaitos: [www.ttl.fi](http://www.ttl.fi) den 20 4 2020
- Wartiovaara, V. (2020). *Pölyntorjunta rakennusalan työpaikoilla*. Helsinki: Rakennusteollisuus.
- Weakley, A. T., Miller, A. L., Griffiths, P. R., & Bayman, S. J. (2014). *Quantifying silica in filter-deposited mine dusts using infrared spectra and partial least squares regression*. Analytical and Bioanalytical Chemistry. Hämtat den 04 Maj 2020
- Wikipedia. (u.d.). *Kaolinite*. Hämtat från Wikipedia.org:  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Kaolinite> den 30 April 2020